

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **127 406** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[F02B 29/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.05.2016)

(21)(22) Заявка: [2012136097/06](#), 23.08.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.08.2012

(45) Опубликовано: [27.04.2013](#) Бюл. № 12

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Жилкин Борис Прокопьевич (RU),  
Плотников Леонид Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)

## (54) ВПУСКНАЯ СИСТЕМА ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области впускных систем поршневых двигателей внутреннего сгорания.

В общем случае, впускная система поршневого двигателя внутреннего сгорания состоит из головки цилиндра с каналом и впускным окном, впускного коллектора круглого поперечного сечения (впускной трубы). Полезная модель отличается тем, что часть впускного коллектора, предпочтительно не менее 30% общей его протяженности, выполнена профилированной с поперечным сечением в виде квадрата с эквивалентным гидравлическим диаметром, равным эквивалентному гидравлическому диаметру впускного окна в головке цилиндра, при этом продольная ось симметрии поперечного сечения профилированного участка совпадает с осью остальной части канала.

Технический результат, достигаемый применением предлагаемой впускной системы двигателя, заключается в снижении аэродинамического шума и повышении надежности основных элементов впускной системы.

Снижение аэродинамического шума во впускной системе поршневого двигателя достигается за счет гашения пульсаций скорости и давления потока воздуха, вследствие создания устойчивых вихревых структур, образующихся на профилированном участке с поперечным сечением в форме квадрата в углах профиля и стабилизирующих пульсирующий поток.

Повышение надежности основных элементов впускной системы поршневого двигателя достигается за счет стабилизации течения пульсирующего потока (сглаживания пульсаций скорости и давления потока), вследствие чего уменьшаются термические напряжения на основных элементах впускной системы как за счет

уменьшения интенсивности теплообмена, так и снижения количества термических циклов на рассматриваемых элементах.

1 пункт формулы, 3 фиг.

Полезная модель относится к области впускных систем поршневых двигателей внутреннего сгорания.

От совершенства процессов, протекающих во впускной системе поршневых двигателей внутреннего сгорания, во многом зависит эффективность и надежность их работы. Такт впуска в поршневых ДВС является пульсирующим, нестационарным процессом, характеризуемым высоким уровнем шума и существенными циклическими термическими напряжениями в элементах впускной системы, что приводит к снижению их надежности и срока службы, а также ухудшает наполнение цилиндра рабочим телом. Улучшить процесс наполнения, снизить шум процесса впуска, повысить надежность и увеличить моторесурс элементов системы впуска двигателя можно за счет специальных мер, которые стабилизируют течение воздуха во впускной системе.

В общем случае, впускная система поршневого двигателя внутреннего сгорания состоит из головки цилиндра с каналом и впускным окном и впускного коллектора круглого поперечного сечения (впускной трубы).

Известна впускная система автомобильного бензинового двигателя ВАЗ 2110, показанная в кн. Каталог деталей автомобилей ВАЗ 2110 и их модификаций. СПб, ПетерГранд, 2000. - 240 с.(рис.А100 на стр.15, рис.А360 на стр.30, рис.А401 на стр.33). Впускная система состоит из впускной трубы круглого поперечного сечения, головки цилиндра с каналом и впускным окном. Воздух во впускную систему всасывается из атмосферы и подается во впускную трубу круглого поперечного сечения, откуда через канал в головке цилиндра попадает в цилиндр двигателя. Данная впускная система имеет следующий недостаток, обусловленный газодинамикой течения в круглых каналах: отсутствуют продольные вихревые структуры (кн. Вихерт М.М., Грудский Ю.Г. Конструирование впускных систем быстроходных дизелей. - М.: Машиностроение, 1982. - 151 с., см. рис.17 на стр.25), стабилизирующие течение в переходных режимах, и поэтому в пульсирующих режимах в них возникают застойные зоны, снижающие количество воздуха, поступающего в цилиндр двигателя. Кроме того, при нестационарных течениях в каналах круглого поперечного сечения возникают существенные пульсации скорости и давления потока воздуха, что усиливает аэродинамический шум во впускной системе (кн. Кане А.Б. Борьба с шумом всасывания дизелей. - Ленинград: Машиностроение, 1969. - 144 с., см. раздел «Возникновение и затухание шума во впускных каналах» на стр.45-54), а также приводит к интенсификации локального теплообмена за счет большого количества термических циклов (кн. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях: учебное пособие для ВУЗов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. - 592 с., см. раздел «Эволюция учения о теплообмене в ДВС» на стр.106-119). По этой причине возникает повышенная термическая напряженность в основных элементах впускной системы: впускной коллектор, головка цилиндра и впускной клапан, которая приводит к термической усталости материала данных деталей, и соответственно, снижает их надежность и срок службы (кн. Дульнев Р.А., Котов П.И. Термическая усталость металлов. - М.: Машиностроение, 1980. - 200 с., см. раздел «Термонапряженное состояние элементов конструкций при нестационарном тепловом и силовом воздействии» на стр.7-14).

Прототипом предлагаемой впускной системы является система автомобильного дизельного двигателя ЯМЗ-238ПМ, описанная в кн. Савельев Г.М., Лямцев Б.Ф., Слабов Е.П. Повышение эксплуатационной надежности автомобильных дизелей ЯМЗ с наддувом. - Москва, 1988, с.96 (см. рис.3.17 на стр.75). Впускная система содержит впускной коллектор с круглым поперечным сечением и головку цилиндра с каналом и впускным окном. Воздух во впускную систему подается из турбокомпрессора, далее он поступает во впускной коллектор, откуда через канал в головке в цилиндр двигателя. Данная впускная система имеет тот же недостаток, что и система, описанная выше, а именно в пульсирующих потоках в круглых каналах отсутствуют продольные вихревые структуры, стабилизирующие течение, и поэтому в них возникают застойные зоны, снижающие количество воздуха, поступающего в цилиндр двигателя. При этом поток свежего заряда в данной впускной системе имеет очень высокую степень неустойчивости, в нем возникают существенные пульсации, как скорости, так и давления потока воздуха. Поэтому необходимо стабилизировать пульсирующий воздушный поток во впускной системе двигателя до впускного окна в головке цилиндра, что улучшит процесс наполнения, снизит аэродинамический шум,

а также уменьшит термические напряжения на основных элементах впускной системы и тем самым повысит их надежность.

Технический результат, достигаемый применением предлагаемой впускной системы двигателя, заключается в снижении аэродинамического шума и повышении надежности основных элементов впускной системы. Это достигается тем, что часть впускного коллектора, предпочтительно не менее 30% общей его протяженности, выполнена профилированной с поперечным сечением в виде квадрата с эквивалентным гидравлическим диаметром, равным эквивалентному гидравлическому диаметру впускного окна в головке цилиндра, при этом продольная ось симметрии поперечного сечения профилированного участка совпадает с осью остальной части канала.

Выполнение части впускной системы с впускным коллектором с поперечным сечением в форме квадрата и с длиной участка не менее 30% от общей его длины позволяет изменить гидродинамическую структуру пульсирующего воздушного потока и стабилизировать поток за счет создания продольных вихрей, что способствует снижению аэродинамического шума и повышению надежности основных элементов впускной системы за счет уменьшения интенсивности теплообмена и уменьшения термических циклов.

На фиг.1 изображена схема предлагаемой впускной системы поршневого двигателя, содержащая канал в головке цилиндра 1, впускное окно 2, впускной коллектор 3, участок перехода от квадратного поперечного сечения к круглому 4, профилированный участок квадратного поперечного сечения 5, участок перехода от круглого поперечного сечения к квадратному 6. На фиг.2 изображены графики зависимости скорости -  $w$  и давления -  $p$  потока воздуха во впускной системе поршневого двигателя с впускным коллектором круглого поперечного сечения от угла поворота коленчатого вала двигателя -  $\phi$ . Кривые на графике: Б - скорость потока воздуха  $w$ ; В - статическое давление потока  $p$ . На фиг.3 изображены графики зависимости скорости -  $w$  и давления -  $p$  потока воздуха во впускной системе поршневого двигателя с впускным коллектором, имеющим профилированный участок в форме квадрата, от угла поворота коленчатого вала двигателя -  $\phi$ . Кривые на графике: Б - скорость потока воздуха  $w$ ; В - статическое давление потока  $p$ . Графики представлены для частоты вращения коленчатого вала двигателя  $3000 \text{ мин}^{-1}$ . Из рисунков видно, что пульсации скорости и давления во впускной системе с впускным коллектором, имеющим профилированный участок в форме квадрата, существенно ниже, чем во впускной системе с впускным коллектором постоянного круглого поперечного сечения, что должно привести к снижению аэродинамического шума и уменьшению термических напряжений на основных элементах впускной системы, и как следствие повысить их надежность. При этом экспериментально установлено, что массовый расход воздуха через двигатель при использовании впускного коллектора, имеющего профилированный участок в форме квадрата, практически не изменяется по сравнению с впускной системой с впускным коллектором постоянного круглого поперечного сечения.

Предлагаемая впускная система содержит канал в головке цилиндра 1, впускное окно 2, впускной коллектор 3, участок перехода от квадратного поперечного сечения к круглому 4, профилированный участок квадратного поперечного сечения 5, участок перехода от круглого поперечного сечения к квадратному 6. Профилированный участок является частью впускной системы двигателя и выполняется до впускного окна в головке цилиндра двигателя.

Устройство работает следующим образом. Воздух во впускную систему попадает из атмосферы или других источников (например, системы наддува). Часть впускного коллектора имеет профилированный участок 5 (см. фиг.1) с поперечным сечением в форме квадрата с длиной участка предпочтительно не менее 30% от общей длины впускного коллектора. Выполнение части впускной системы в виде профилированного участка приводит к формированию устойчивых вихревых структур в воздушном потоке, образующихся в углах профиля (кн. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамические сопротивления: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 367 с.: см. рис.7.6 на стр.121), что позволяет изменить режим и структуру пульсирующего воздушного потока и стабилизировать его (значительно уменьшить пульсации скорости и давления потока), и тем самым способствовать снижению аэродинамического шума (кн. Луканин В.Н. Шум автотракторных двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1971. - 271 с., см. раздел «Способы снижения шума выпуска» на стр.176-179) и уменьшению термических напряжений на основных элементах впускной системы за счет снижения интенсивности теплообмена и уменьшения количества термических циклов на

рассматриваемых элементах (кн. Дульнев Р.А., Котов П.И. Термическая усталость металлов. - М.: Машиностроение, 1980. - 200 с., см. раздел «Термонапряженное состояние элементов конструкций при нестационарном тепловом и силовом воздействии» на стр.7-14). Длина профилированного участка должна составлять не менее 30% от общей длины впускного коллектора, что необходимо для обеспечения устойчивости формируемых вихрей. При этом продольная ось профилированного участка совпадает с осью коллектора впускного. В противном случае будет нарушена газодинамика течения потока в профилированном участке, что может вызвать образование обратных токов и турбулентных вихревых структур в канале, и соответственно приведет к снижению эффективности гашения пульсаций скорости и давления потока, и как следствие к увеличению аэродинамического шума и термических напряжений на основных элементах впускной системы. Затем стабилизированный воздушный поток через впускное окно 2 в головке 1 поступает в канал в головке цилиндра 1 и далее в цилиндр двигателя.

Возможность осуществления предлагаемой полезной модели и достижения полезных эффектов в виде снижения аэродинамического шума и повышении надежности основных элементов впускной системы основывается на следующем.

Снижение аэродинамического шума во впускной системе поршневого двигателя достигается за счет гашения пульсаций скорости и давления потока воздуха, вследствие создания устойчивых вихревых структур, образующихся на профилированном участке с поперечным сечением в форме квадрата в углах профиля и стабилизирующих пульсирующий поток.

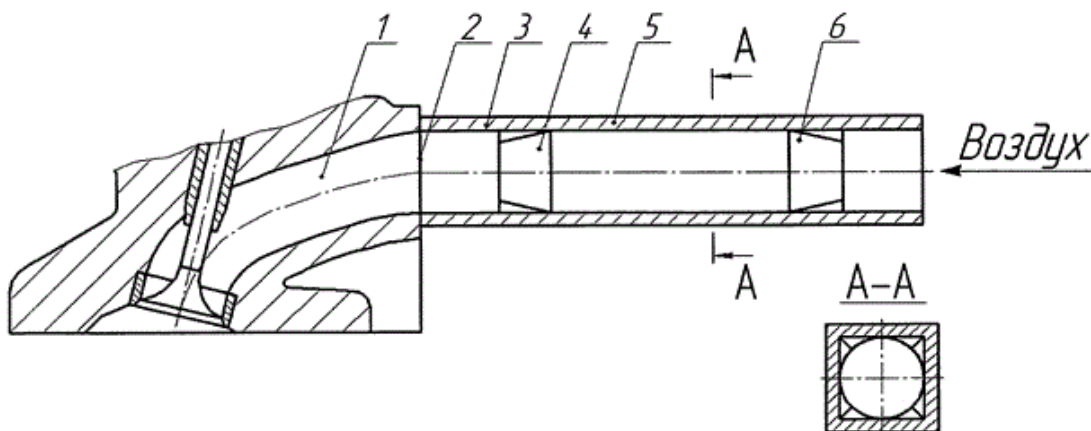
Повышение надежности основных элементов впускной системы поршневого двигателя достигается за счет стабилизации течения пульсирующего потока (сглаживания пульсаций скорости и давления потока), вследствие чего уменьшаются термические напряжения на основных элементах впускной системы, как за счет уменьшения интенсивности теплообмена, так и снижения количества термических циклов на рассматриваемых элементах.

Стабилизация пульсирующего потока проверена экспериментально на установке, представляющей собой натурную модель одноцилиндрового поршневого двигателя внутреннего сгорания размерности 8,2/7,1, приводимую во вращение асинхронным электрическим двигателем, частота вращения которого регулируется преобразователем частоты с точностью  $\pm 0,1\%$ . Механизм газораспределения экспериментальной установки заимствован от двигателя автомобиля ВАЗ 1113. Мгновенные значения средней по сечению скорости потока воздуха измерялись при помощи термоанемометра постоянной температуры. Для измерения мгновенных значений давления в потоке (статического) во впускном канале использовался датчик давления S-10 фирмы WIKA. Результаты экспериментов представлены на фиг.2 и фиг.3 в виде графиков, демонстрирующих изменение скорости и давления потока во впускной системе поршневого двигателя с применением впускного коллектора с профилированным участком и без него. Кривые на фиг.2 и фиг.3: Б - скорость потока воздуха  $w$ ; В - статическое давление потока  $p$  для впускной системы поршневого двигателя с впускным коллектором постоянного круглого поперечного сечения и с впускным коллектором с профилированным участком, соответственно. Из графиков видно, что пульсации скорости и давления во впускной системе с впускным коллектором, имеющем профилированный участок, существенно ниже, чем во впускной системе с впускным коллектором постоянного круглого поперечного сечения, что должно привести к снижению аэродинамического шума и повышению надежности основных элементов впускной системы за счет снижения термических напряжений на них.

Таким образом, приведенные экспериментальные данные свидетельствуют о стабилизации потока воздуха (значительном уменьшении интенсивности пульсации скорости и давления потока) во впускной системе поршневого двигателя за счет за счет создания профилированного участка во впускной системе двигателя, в котором возникают устойчивые вихревые структуры в воздушном потоке, образующиеся в углах профиля, что способствует снижению аэродинамического шума и повышению надежности основных элементов впускной системы за счет снижения термических напряжений на них вследствие уменьшения интенсивности теплообмена и снижения количества термических циклов на рассматриваемых элементах.

Изложенное доказывает возможность достижения указанного технического результата при использовании предлагаемой впускной системы поршневого двигателя.

Впускная система поршневого двигателя внутреннего сгорания, содержащая головку цилиндра с каналом и впускным окном, впускной коллектор, отличающаяся тем, что часть впускного коллектора, предпочтительно не менее 30% общей его протяженности, выполнена профилированной с поперечным сечением в виде квадрата с эквивалентным гидравлическим диаметром, равным эквивалентному гидравлическому диаметру впускного окна в головке цилиндра, при этом продольная ось симметрии поперечного сечения профилированного участка совпадает с осью остальной части канала.

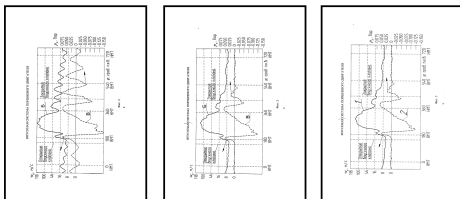


### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Рисунки:



### ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **15.05.2013**

Дата публикации: [10.04.2014](#)